

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination  
Academic Session 2008/2009

April/May 2009

## EBP 324/3 – Polymer Degradation & Environment *[Degradasi Polimer & Alam Sekitar]*

Duration : 3 hours  
*[Masa : 3 jam]*

---

Please ensure that this examination paper contains NINE printed pages before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEMBILAN muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

This paper contains SEVEN questions.

*[Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan.]*

**Instruction:** Answer FIVE questions. If candidate answers more than five questions only the first five questions answered in the answer script would be examined.

**Arahan:** Jawab LIMA soalan. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]

Answer to any question must start on a new page.

*[Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.]*

You may answer a question either in Bahasa Malaysia or in English.

*[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]*

1. [a] Discuss briefly the major contaminants to the polyethylene terephthalate (PET) recycling process.

*Bincangkan secara ringkas pencemaran utama kepada proses pengitaran semula polietilena tereftalat (PET).*

(40 marks/markah)

- [b] Using suitable diagrams, discuss step by step how PET can be recycled by mechanical recycling.

*Menggunakan rajah-rajah yang sesuai, bincangkan langkah demi langkah bagaimana PET boleh dikitar semula secara pengitaran mekanik.*

(30 marks/markah)

- [c] What are the advantages and disadvantages of 'Melt Reprocessing' of PET?

*Apakah kelebihan-kelebihan dan kekurangan-kekurangan 'Pemprosesan Semula Leburan' PET?*

(30 marks/markah)

2. [a] Write short notes about the following topics:

*Tuliskan nota-nota ringkas berkaitan topik-topik berikut:*

- (i) 4 main barriers to Polyvinyl Chloride (PVC) recycling.

*4 halangan utama kepada pengitaran semula Polivinil Klorida (PVC).*

(25 marks/markah)

- (ii) 10 user benefits of expanded polystyrene (EPS).

*10 kebaikan kepada pengguna bagi polistirena terkembang (EPS).*

(25 marks/markah)

- (iii) 4 reasons why we need to recycle high density polyethylene (HDPE) bottles.

*4 alasan mengapa kita perlu mengitar semula botol-botol polietilena berketumpatan tinggi (HDPE).*

(25 marks/markah)

- (iv) 4 reasons why recycle of engineering plastics is becoming more important recently.

*4 alasan mengapa akhir-akhir ini pengitaran semula plastik-plastik kejuruteraan menjadi lebih penting.*

(25 marks/markah)

3. [a] Figure 1 shows the various 'Feedstock Recycling' or 'Tertiary Recycling' by thermolysis which can be used to recycle various post consumer plastic wastes. Discuss each process.

*Rajah 1 menunjukkan pelbagai 'Pengitaran Semula Suapan' atau 'Pengitaran Semula Tertier' secara termolisis yang boleh digunakan untuk mengitar semula pelbagai sisa plastik pengguna. Bincangkan setiap proses.*

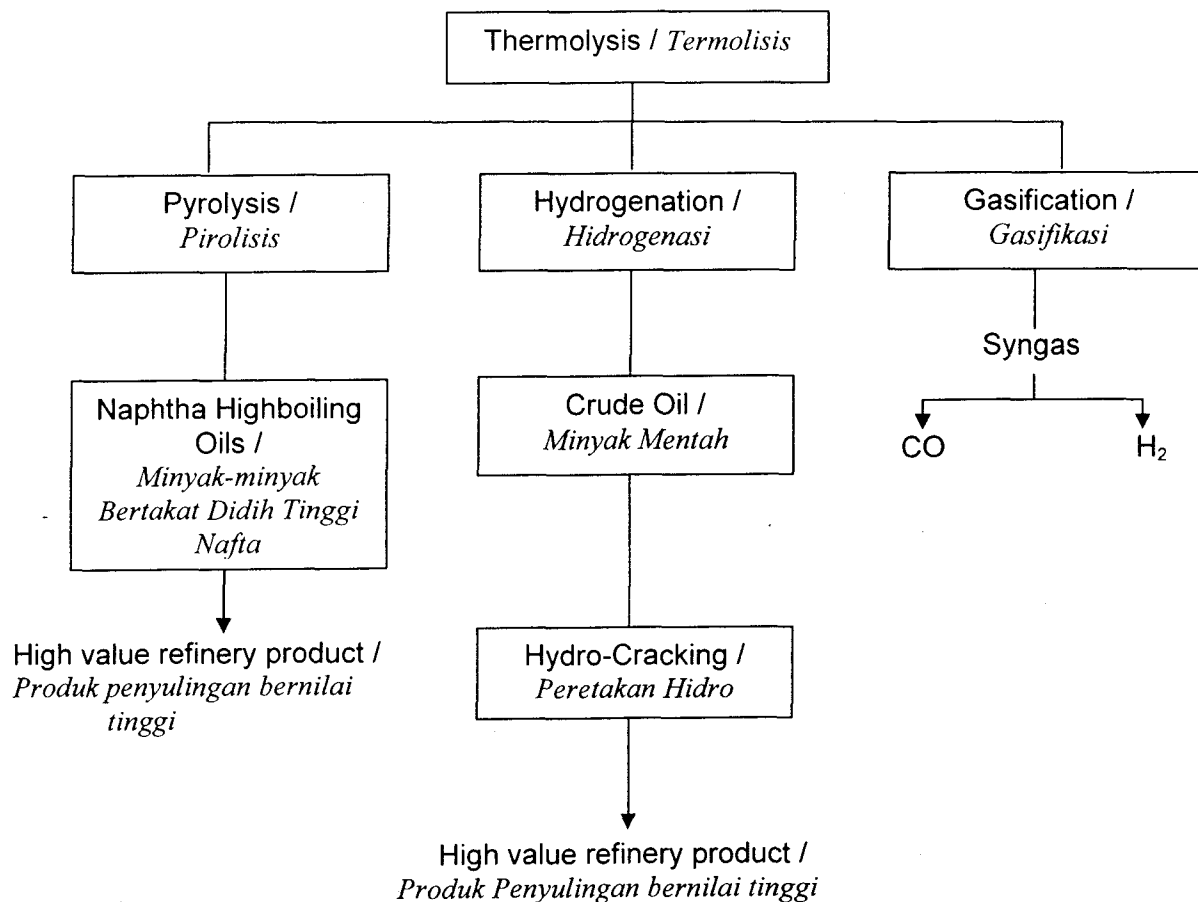


Figure 1: Feedstock Recycling By Thermolysis

*Rajah 1: Pengitaran Semula Suapan Secara Termolisis*

(50 marks/markah)

...5/-

- [b] The energy recoverable by combustion of different plastic packaging materials is shown in Table 1.

*Perolehan semula tenaga secara pembakaran pelbagai bahan plastik pembungkusan ditunjukkan di dalam Jadual 1.*

Table 1: The Energy recoverable By Combustion of Different Plastic Packaging Materials

*Jadual 1: Perolehan Semula Tenaga Secara Pembakaran Pelbagai Bahan Plastik Pembungkusan*

Polymer / Polimer	Heat Value / Nilai Haba (MJ/Kg)
PE	46
PP	44
PA	32
PET	22
Cellulose Acetate / Selulos Asetat	16

Based on Table 1, explain what do you understand by 'Incineration of Plastic Waste with Energy Recovery'?

What are the advantages and disadvantages of incineration of plastic waste?

*Berdasarkan Jadual 1, jelaskan apakah yang anda faham dengan 'Insinerasi sisa-sisa plastik untuk perolehan semula tenaga'?*

*Apakah kelebihan-kelebihan dan kekurangan-kekurangan insinerasi sisa-sisa plastik?*

(50 marks/markah)

4. [a] Explain two sorting techniques and two mechanical size reduction techniques which can be used to separate and reduce the size of recycled plastics.

*Jelaskan dua teknik pengisihan dan dua teknik pengurangan saiz mekanik yang boleh digunakan untuk memisahkan dan mengurangkan saiz plastik-plastik terkitar semula.*

(50 marks/markah)

- [b] How does the transition metals take part in polymer degradation? What can you do to solve this problem?

*Bagaimanakah logam peralihan mengambil bahagian dalam perosotan polimer? Apakah yang anda boleh lakukan untuk menyelesaikan masalah ini?*

(50 marks/markah)

5. [a] Discuss the effects of natural weathering and accelerated weathering on the mechanical properties of polypropylene/natural fiber composites. The discussion must be supported by the methodology of the weathering tests.

*Bincangkan kesan pencuacaan semulajadi dan pencuacaan terpecut terhadap sifat-sifat mekanikal bagi komposit polipropilena/gentian semulajadi. Perbincangan mesti disokong dengan metodologi ujian pencuacaan tersebut.*

(70 marks/markah)

- [b] Write short notes on the following chemicals which can be used for polymer stabilization.

- (i) 2-hydroxybenzophenones
- (ii) diamagnetic nickel (II) oxime chelates
- (iii) lead carbonate

*Tuliskan nota ringkas bagi bahan kimia berikut yang boleh digunakan untuk penstabilan polimer.*

- (i) '2-hydroxybenzophenones'
- (ii) 'diamagnetic nickel (II) oxime chelates'
- (iii) 'lead carbonate'

(30 marks/markah)

6. [a] Give an example of biodegradable polymer.

*Berikan satu contoh polimer biodegradasi.*

(5 marks/markah)

- [b] Discuss the depolymerization and mineralization for polymer in 6[a].

*Bincangkan penyahpolimeran dan 'mineralization' bagi polimer di dalam 6[a].*

(35 marks/markah)

- [c] Discuss the biodegradation measurement methods for polymer in 6[a] based on the following requirement.

- (i) measurement of depolymerization
- (ii) measurement of mineralization
- (iii) measurement of actual biodegradation

*Bincangkan kaedah pengukuran biodegradasi bagi polimer di dalam 6[a] berdasarkan kehendak seperti berikut:*

- (i) *pengukuran penyahpolimeran*
- (ii) *pengukuran 'mineralization'*
- (iii) *pengukuran biodegradasi sebenar*

(60 marks/markah)



7. [a] Discuss the following antioxidants. Discussion must be supported by Bolland Gee mechanism.

- (i) diphenyldisulphide
- (ii) butylated hydroxyl toluene

*Bincangkan anti-pengoksida seperti berikut. Perbincangan mesti disokong dengan mekanisme Bolland Gee.*

- (i) difenildisulfida
- (ii) toluena hidroksil terbutil

(60 marks/markah)

- [b] Discuss the role of chromophores and hydroperoxide groups in the photo-degradation of a polymer.

*Bincangkan peranan kromofor dan kumpulan hidroperoksida dalam perosotan foto bagi suatu polimer.*

(40 marks/markah)